

Infoblatt Windenergie



Aufbau einer Windkraftanlage (Pyritz)

Entstehung von Windenergie und Funktionsweise von modernen Windkraftanlagen

Entstehung der Windenergie

Sobald horizontale Luftdruckunterschiede eintreten, kommt es zu Luftbewegungen, die als Wind messbar sind. Diese Luftbewegungen sind Träger kinetischer Energie. Prinzipiell ist Wind eine Form der Sonnenenergie, denn die Druckunterschiede entstehen durch die ungleiche Erwärmung der Erdoberfläche. Die verschiedenen Druckzustände der Atmosphäre erfahren durch die planetare Zirkulation und die regionalen Windsysteme Ausgleich in Form von Wind. Während großräumige Windsysteme hauptsächlich durch die Erdrotation und die Land-Meerverteilung beeinflusst werden, spielen bei den bodennahen lokalen Winden andere Faktoren eine Rolle. Besonders die Auswirkungen von Bodenrauigkeit und Gebäuden können auf bodennahe Luftströmungen Einfluss nehmen. In Bodennähe steigen mit zunehmender Höhe die Geschwindigkeit und die Stetigkeit der Luftströmungen. Wo im Durchschnitt hohe Windgeschwindigkeiten vorherrschen, kann die Windenergie nutzbar gemacht werden.

Historische Nutzung der Windenergie

Seit wann die Windenergie vom Menschen genutzt wird, kann nicht exakt bestimmt werden. Babylonische und ägyptische Quellen lassen vermuten, dass bereits 2000 v. Chr. die technische Entwicklung begann. Wahrscheinlich dienten die ersten Windräder der Bewässerung von Feldern. Später wurden die Mühlen auch zum Mahlen von Getreide eingesetzt. Nachweise für die Nutzung der Windenergie im europäischen Raum datieren das 12. Jahrhundert. Bei den ersten Windmühlen handelte es sich um Holzkonstruktionen, bei denen das Windrad annähernd senkrecht angebracht war. Spätere Modelle, die vor allem in Südeuropa verbreitet waren, hatten einen Unterbau aus Stein. Das Windrad war fest gegen die Windrichtung angebracht. Bei einigen Mühlen konnte das Rad jedoch abgebaut und umgesteckt werden. Die im 15. Jahrhundert aufkommende Deutsche Bockwindmühle lagerte auf einem drehbaren Bock und konnte mithilfe eines langen Hebebalkens in die entsprechende Windrichtung gebracht werden. Andere Typen von Windrädern dienten als Hammerwerk oder Holzsäge. Im europäischen Raum fanden die traditionellen Windmühlen bis Mitte des 19. Jahrhunderts eine große Anwendungsbreite. Die Amerikanische Windturbine wurde 1854 entwickelt und verbreitete sich im nordamerikanischen Raum rasant. Der Rotor hatte bis zu 150 Blätter aus Blech und wurde hauptsächlich in windärmeren Gebieten eingesetzt. Die Windenergiekonverter wurden als Antrieb für Wasserpumpen benötigt und später auch als kleinere Gleichstromgeneratoren für einsame Farmen betrieben. Die Windenergie diente aber nicht nur dem Antrieb von Windrädern, sondern wurde auch zur Fortbewegung eingesetzt. Für Segelschiffe und Ballons ist die Nutzung von Luftströmungen schlichte Voraussetzung.

Wie funktionieren moderne Windkraftanlagen?

Mit den erforderlichen Erfindungen rund um die Elektrizität war der Grundstein zur Wandlung der Windenergie in elektrische Energie gelegt. Statt kinetische Energie in mechanische Energie zu transformieren, wird über einen Generator elektrische Energie erzeugt. Anfangs wurde das Konzept der herkömmlichen Windmühle nur leicht abgewandelt, wie z. B. bei der Amerikanischen Windturbine. Spätestens seit der Ölkrise in den 1970er-Jahren wurde verstärkt nach alternativen Energiequellen geforscht. Die Modelle wurden technisch weiterentwickelt und zunehmend effizienter. In diesem Zusammenhang wird heute von Windkraftanlagen (WKA) gesprochen, wie sie mittlerweile fast überall zu erspähen sind.

Derzeit sind in Deutschland 24.867 Anlagen in Betrieb, allein 2014 kamen 1766 neue Anlagen hinzu. Im Jahr 2014 wurde in der Bundesrepublik Deutschland ca. 8,6 % des Stroms durch Windenergieanlagen erzeugt, was in etwa 52,4 Mrd. kWh entspricht. Die moderne Windenergieanlage zur Stromerzeugung besteht im Wesentlichen aus den Komponenten Turm und Fundament, Rotorblätter, Gondel (enthält Maschinensatz und ist drehbar auf dem Turm gelagert), Getriebe und Generator.

Der Turm

Die Türme können als konische Stahltürme, Gittertürme oder Betontürme errichtet werden. Am weitesten verbreitet sind heute die konischen Stahltürme, die zwar teurer, aber stabiler und weniger auffällig sind. Gittertürme werden bei modernen Windkraftanlagen aus ästhetischen Gründen kaum noch verwendet. Die Höhe des Turms hängt von mehreren Faktoren ab. Generell gilt, je größer der Turm und somit die Windkraftanlage, desto mehr Energie kann gewonnen werden. Trotzdem kann nicht ein beliebig hoher Turm und Rotor aufgebaut werden, da die Konstruktionseigenschaften und die Kosten beachtet werden müssen. Die heute in Deutschland verbreitete Windenergieanlage hat eine Turmhöhe von 80 bis 130 m, einen Rotordurchmesser von ca. 90 m und eine Nennleistung von 2,5 MW. Große Anlagen liegen mit der Nennleistung und dem Durchmesser etwa bei dem Doppelten.

Der Windrotor und das Getriebe

Die Rotorblätter haben die Aufgabe, den Wind einzufangen und die Leistung auf die Nabe zu führen. Diese Rotornabe ist mit der langsam laufenden Antriebswelle des Getriebes verbunden. Das Getriebe liegt zwischen langsam laufender Antriebswelle und schnell laufender Abtriebswelle. Es bewirkt, dass die Abtriebswelle ungefähr 50-mal schneller als die Antriebswelle läuft. Die schnell laufende Abtriebswelle treibt den elektrischen Generator an. Zum Einsatz kommen in der Regel dreiblättrige Anlagen. Die Rotorblätter ähneln dem Profil einer aerodynamischen Flugzeugtragfläche. Durch eine Windfahne wird die Windrichtung detektiert und der Turmkopf samt Rotor mittels der Windnachführungseinrichtung elektrisch in die entsprechende Lage der Windrichtung gebracht. Eine mechanische Scheibenbremse dient zur Bremsung bei Notfällen oder zur Reparatur der Anlage. Allerdings wird heute jedoch die Bremsung hauptsächlich mittels Verstellung der Flügel gesteuert.

Der Generator

Für Windgeneratoren werden im Wesentlichen drei unterschiedliche Bauarten verwendet: Synchrongenerator, Asynchrongenerator oder doppelt gespeister Asynchrongenerator, der am häufigsten eingesetzt wird. Die Größe des Generators ist für das Leistungspotenzial der Anlage entscheidend. Bei einer modernen Anlage beträgt die durchschnittliche elektrische Leistung zwischen 2 bis 2,9 MW.

Windkraftanlagen und die Umwelt

Bei der Energieerzeugung aus Windkraft werden keine Schadstoffe freigesetzt. Als regenerative Form der Energiegewinnung wird die Nutzung der Windenergie als umweltfreundliche Alternative finanziell gefördert. Allerdings handelt es sich nicht um staatliche Subvention aus Steuergeldern, sondern um eine Vergütung der verursachergerechten Umlage von Mehrkosten, die im Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) festgeschrieben ist. Bis 2020 sollen laut Bundesregierung 35 % des Stroms in Deutschland aus erneuerbaren Energien erzeugt werden. Bis 2050 sollen die Treibhausgasemissionen gegenüber 1990 sogar um 80 % gesunken sein. Um diese Ziele zu erreichen, wird die Windenergie eine zentrale Rolle im Energiemix der Zukunft spielen.

Doch wo viel Licht ist, gibt es auch Schatten. Im wörtlichen Sinne erzeugen die Windkraftanlagen bei Sonne Schattenwurf. Wer sehr nah an einer Windkraftanlage wohnt, kann den flackernden Schattenwurf durch die rotierenden Flügel bei Sonne

als unangenehm empfinden. Kritiker sprechen von einer „Verspargelung“ der Landschaft, da besonders im windbegünstigten Flach- und Hügelland derartige Anlagen errichtet werden. Zusätzlich muss beim Bau der Windkraftanlagen beachtet werden, dass genügend Abstand zu Verkehrswegen und Gebäuden besteht. Die Gefahr von abreißenden Rotorblättern und Bauteilen ist zwar äußerst gering, aber die mögliche Flugbahn sollte mit einberechnet werden. Bei der Standortplanung müssen deshalb diese Faktoren berücksichtigt werden. Dazu zählen auch die Schallemissionen im niederfrequenten Bereich, die von den Anlagen ausgeht. Um diese Nachteile auszugleichen, werden verstärkt Windkraftanlagen in den sog. Offshore-Windparks errichtet. Hierbei befinden sich die Windräder meerwärts vor der Küstenlinie. Seit 2009 sind in Nord- und Ostsee 258 Windkraftanlagen errichtet worden. Allerdings besteht die Besorgnis, dass sich Vögel an den Rotorblättern verletzen können. Trotz einiger Nachteile darf der langfristige Beitrag zum Klimaschutz nicht vergessen werden. Allein 2014 konnte Deutschland durch Windkraft knapp 40 Mio. Tonnen Treibhausgasemissionen einsparen. Damit leistete Windkraft den größten Klimaschutz-Beitrag (36 %) im Vergleich zu den anderen erneuerbaren Energien wie Photovoltaik, Wasserkraft, Biomasse und Geothermie.

Autor/Autorin:

Mirko Ellrich, Wiebke Hebold, Kathrin Goedecke

<http://www.klett.de/terrasse>
Letzte Änderung: 18.08.2015